

PAT-NO: JP410132668A  
DOCUMENT- JP 10132668 A  
IDENTIFIER:  
TITLE: SENSOR UTILIZING CHANGE IN CAPACITANCE, AND ITS  
MANUFACTURE

PUBN-DATE: May 22, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
OKADA, KAZUHIRO	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KK WAKO N/A	

APPL-NO: JP09320331

APPL-DATE: November 6, 1997

INT-CL (IPC): G01L001/14 , G01L009/12 , G01P015/125 , G01R033/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent a sensor from receiving physical damage easily when an excessive outer force is applied.

SOLUTION: A doughnut shaped groove is dug on the lower surface of a first substrate 100 and a flexible part is formed. An annular pedestal 220 is joined to the lower surface of a fixed part being located around the donut groove, and a weight body 210 is joined to an operation part that is located inside the donut groove. A second substrate 400 is joined to the upper part of the first substrate 100, electrodes E1 and E2 are formed at a surface that opposes both substrates 100 and 400, and a capacitance element is formed. A third substrate 300 is joined to the lower surface of the pedestal 220. The weight body 210 is suspended in the air and is displaced when being accelerated. The displacement causes the interval between the electrodes E1 and E2 to change, thus detecting acceleration as the

change of capacitance. The first substrate 100, the pedestal 220, and the third substrate 300 exist in the upper direction of the weight body 210, in horizontal direction, and in the lower direction, respectively, thus controlling an excessive displacement and preventing the flexible part from being damaged.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-132668

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月22日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
G 0 1 L 1/14		G 0 1 L 1/14	A
	9/12		9/12
G 0 1 P 15/125		G 0 1 P 15/125	
G 0 1 R 33/02		G 0 1 R 33/02	A

審査請求 有 請求項の数 4 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-320331  
(62) 分割の表示 特願平2-416188の分割  
(22) 出願日 平成2年(1990)12月31日

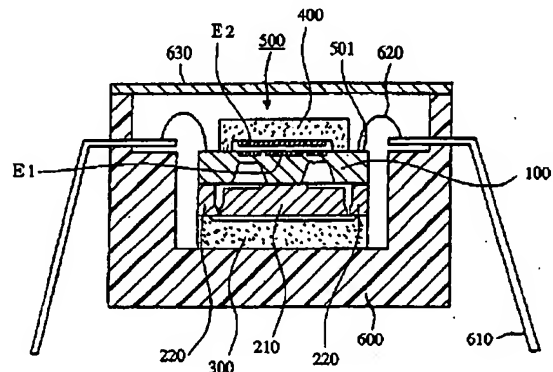
(71) 出願人 390013343  
株式会社ワコー  
埼玉県上尾市菅谷4丁目73番地  
(72) 発明者 岡田 和廣  
埼玉県上尾市菅谷四丁目73番地  
(74) 代理人 弁理士 志村 浩

(54) 【発明の名称】 静電容量の変化を利用したセンサおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 過度の外力が作用した場合に、物理的損傷を受けにくくする。

【解決手段】 第1の基板100の下面にドーナツ状の溝が掘られ、可撓部が形成される。このドーナツ溝の周囲にある固定部の下面には環状の台座220が接合され、このドーナツ溝の内側にある作用部には重錘体210が接合される。第1の基板100の上方には、第2の基板400が接合され、両基板の対向面に電極E1およびE2が形成され、容量素子が形成される。台座220の下面には第3の基板300が接合される。重錘体210は宙吊り状態になり、加速度が作用すると変位する。この変位により、電極E1、E2の間隔が変化し、静電容量の変化として加速度検出が可能になる。重錘体210の上方向には第1の基板100、横方向には台座220、下方向には第3の基板300が存在するため、過度の変位は制御され、可撓部の損傷を防ぐことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ほぼ中心に作用部、その周囲に可撓部、更にその周囲に固定部が定義され、下面の前記可撓部の部分に形成された溝により前記可撓部が可撓性を有するように構成された第1の基板と、前記第1の基板の上面に対して所定間隔をおいて固定された対向面を有する第2の基板と、前記第1の基板の前記上面に形成された第1の電極層と、前記第2の基板の前記対向面に、前記第1の電極層に対向するように形成された第2の電極層と、前記第1の基板の下面の前記作用部に接合された作用体と、前記第1の基板の下面の前記固定部に接合された台座と、を備え、前記作用体に外力が作用すると、前記可撓部の機械的変形により前記作用体が変位し、前記第1の電極層と前記第2の電極層とによって形成される容量素子の静電容量が変化するように構成され、前記外力を前記静電容量の変化として検出する機能を有し、前記台座の内側面と、前記作用体の外側面とが、所定の間隔をおいて対向するように構成され、前記台座の内側面によって前記作用体の横方向への変位を所定範囲内に制限できるようにしたことを特徴とする静電容量の変化を利用したセンサ。

【請求項2】 請求項1に記載のセンサにおいて、第1の基板の固定部下面に、内側部分と、この内側部分の周囲を取り囲む外側部分とを定義し、前記外側部分に台座を接合するようにし、前記内側部分と、作用体上面の一部分とが、所定の間隔をおいて対向するように構成し、前記内側部分によって前記作用体の上方への変位を所定範囲内に制限できるようにしたことを特徴とする静電容量の変化を利用したセンサ。

【請求項3】 請求項1または2に記載のセンサにおいて、台座の下面に接合された第3の基板を更に設け、この第3の基板の上面と作用体の下面とが所定の間隔をおいて対向するように構成し、前記第3の基板の上面によって前記作用体の下方向への変位を所定範囲内に制限できるようにしたことを特徴とする静電容量の変化を利用したセンサ。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかに記載のセンサを製造する方法において、単一の基板を切断する工程によって台座と作用体とを形成し、この切断工程における切断路によって形成された空間の範囲内で、前記作用体の横方向への変位を制限できるようにしたことを特徴とする静電容量の変化を利用したセンサの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は静電容量の変化を利用したセンサおよびその製造方法に関し、特に、対向する2枚の基板のそれぞれに形成された一对の電極間の静電容量の変化に基づいて、力、加速度、磁気といった物理量を検出するセンサ、およびこのようなセンサを大量生産するのに適した製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】自動車産業や機械産業などでは、力、加速度、磁気といった物理量を正確に検出できる検出装置の需要が高まっている。特に、二次元あるいは三次元の各成分ごとにこれらの物理量を検出する小型の装置が望まれている。このような需要に応えるため、特開平4-148833号公報には、静電容量の変化を利用した新規なセンサが提案されている。このセンサは、力、加速度、磁気などの物理量を二次元あるいは三次元の各成分ごとに検出することができ、しかも製造コストが比較的安価であるという特徴をもっている。

【0003】このセンサの基本となる構成要素は、装置筐体に固定される固定部と、外部からの力が伝達される作用部と、固定部と作用部との間に形成され可撓性をもった可撓部と、の3つの部分を有する可撓基板と、この可撓基板に対向するように装置筐体に固定された固定基板と、可撓基板の固定基板に対する対向面に形成された変位電極と、固定基板の可撓基板に対する対向面に形成された固定電極と、である。外部からの力が作用部に加わると可撓基板が撓み、変位電極と固定電極との間の距離が変わることになる。したがって、両電極間の静電容量が変化する。この静電容量の変化は、外部から加えられた力に依存したものであり、静電容量の変化を検出することにより力の検出が可能になる。作用部に重錘体を接続しておけば、この重錘体に作用する加速度を検出する加速度センサとして用いることができ、作用部に磁性体を接続しておけば、この磁性体に作用する磁気を検出する磁気センサとして用いることができる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】前述したセンサでは、過度の加速度あるいは過度の磁力が作用した場合、作用部に接続された重錘体や磁性体が大きく変位し、可撓基板に過度な力が加わって物理的な損傷を受ける可能性がある。特に、感度の高いセンサを実現するためには、可撓基板はわずかな力の作用によって撓みが生じるような脆弱な構造にならざるを得ず、過度の外力が作用した場合に損傷を受けやすい。

【0005】また、前述したセンサをより低コストで供給するためには、効率良い大量生産の方法を採ることが不可欠である。しかしながら、上述のような構造をもったセンサを大量生産するための効率的な方法は、現時点では知られておらず、量産化が図れない状態である。特

に、加速度センサや磁気センサとして用いるには、重錘体や磁性体を各ユニットごとに接合する必要がある、この重錘体や磁性体を所定の自由度をもって支持するための構造も必要になる。このため、どうしても生産コストが高くなるという問題があった。

【0006】そこで本発明は、過度の外力が作用した場合にも損傷を受けにくい静電容量の変化を利用したセンサを提供することを目的とし、また、そのようなセンサを効率良く大量生産することができる製造方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

(1) 本発明の第1の態様は、静電容量の変化を利用したセンサにおいて、ほぼ中心に作用部、その周囲に可撓部、更にその周囲に固定部が定義され、下面の可撓部の部分に形成された溝により可撓部が可撓性を有するように構成された第1の基板と、第1の基板の上面に対して所定間隔をおいて固定された対向面を有する第2の基板と、第1の基板の上面に形成された第1の電極層と、第2の基板の対向面に、第1の電極層に対向するように形成された第2の電極層と、第1の基板の下面の作用部に接合された作用体と、第1の基板の下面の固定部に接合された台座と、を設け、作用体に外力が作用すると、可撓部の機械的変形により作用体の変位し、第1の電極層と第2の電極層とによって形成される容量素子の静電容量が変化するように構成し、外力を静電容量の変化として検出できるようにし、台座の内側面と、作用体の外側面とが、所定の間隔をおいて対向するように構成し、台座の内側面によって作用体の横方向への変位を所定範囲内に制限できるようにしたものである。

【0008】(2) 本発明の第2の態様は、上述の第1の態様に係る静電容量の変化を利用したセンサにおいて、第1の基板の固定部下面に、内側部分と、この内側部分の周囲を取り囲む外側部分とを定義し、定義した外側部分に台座を接合するようにし、定義した内側部分と、作用体上面の一部とが、所定の間隔をおいて対向するように構成し、定義した内側部分によって作用体の上方への変位を所定範囲内に制限できるようにしたものである。

【0009】(3) 本発明の第3の態様は、上述の第1または第2の態様に係る静電容量の変化を利用したセンサにおいて、台座の下面に接合された第3の基板を更に設け、この第3の基板の上面と作用体の下面とが所定の間隔をおいて対向するように構成し、第3の基板の上面によって作用体の下方向への変位を所定範囲内に制限できるようにしたものである。

【0010】(4) 本発明の第4の態様は、上述の第1～第3の態様に係る静電容量の変化を利用したセンサを製造する方法において、単一の基板を切断する工程によって台座と作用体とを形成し、この切断工程における切

断路によって形成された空間の範囲内で、作用体の横方向への変位を制限できるようにしたものである。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図示する実施形態に基づいて詳述する。ここで説明する実施形態は、静電容量の変化を利用した加速度センサに、本発明を適用した例である。

【0012】§1. 本発明に係るセンサの基本原理

本発明に係るセンサの具体的な実施形態について説明する前に、本発明の適用対象となるセンサの構造およびその原理について簡単に述べておく。図1は、本発明の適用対象となる加速度センサの基本構造を示す側断面図である。このセンサの主たる構成要素は、固定基板10、可撓基板20、作用体30、そして装置筐体40である。図2に、固定基板10の下面図を示す。図2の固定基板10をX軸に沿って切断した断面が図1に示されている。固定基板10は、図示のとおり円盤状の基板であり、周囲は装置筐体40に固定されている。この下面には、同じく円盤状の固定電極11が形成されている。一方、図3に可撓基板20の上面図を示す。図3の可撓基板20をX軸に沿って切断した断面が図1に示されている。可撓基板20も、図示のとおり円盤状の基板であり、周囲は装置筐体40に固定されている。この上面には、扇状の変位電極21～24および円盤状の変位電極25が図のように形成されている。作用体30は、その上面が図3に破線で示されているように、円柱状をしており、可撓基板20の下面に、同軸接合されている。装置筐体40は、円筒状をしており、固定基板10および可撓基板20の周囲を固着支持している。

【0013】固定基板10および可撓基板20は、互いに平行な位置に所定間隔をおいて配設されている。いずれも円盤状の基板であるが、固定基板10は剛性が高く撓みを生じにくい基板であるのに対し、可撓基板20は可撓性をもち、力が加わると撓みを生じる基板となっている。いま、図1に示すように、作用体30の重心に作用点Pを定義し、この作用点Pを原点とするXYZ三次元座標系を図のように定義する。すなわち、図1の右方向にX軸、上方向にZ軸、紙面に対して垂直に紙面裏側へ向かう方向にY軸、をそれぞれ定義する。ここで、このセンサ全体をたとえば自動車に搭載したとすると、自動車の走行に基づき作用体30に加速度が加わることになる。この加速度により、作用点Pに外力が作用する。作用点Pに力が作用していない状態では、図1に示すように、固定電極11と変位電極21～25とは所定間隔をおいて平行な状態を保っている。ところが、たとえば、作用点PにX軸方向の力 $F_x$ が作用すると、この力 $F_x$ は可撓基板20に対してモーメント力を生じさせ、図4に示すように、可撓基板20に撓みが生じることになる。この撓みにより、変位電極21と固定電極11との間隔は大きくなるが、変位電極23と固定電極11と

の間隔は小さくなる。作用点Pに作用した力が逆向きの $-F_x$ であったとすると、これと逆の関係の撓みが生じることになる。このように力 $F_x$ または $-F_x$ が作用したとき、変位電極21および23に関する静電容量に変化が表れることになり、これを検出することにより力 $F_x$ または $-F_x$ を検出することができる。このとき、変位電極22、24、25のそれぞれと固定電極11との間隔は、部分的に大きくなったり小さくなったりするが、全体としては変化しないと考えてよい。一方、Y方向の力 $F_y$ または $-F_y$ が作用した場合は、変位電極22と固定電極11との間隔、および変位電極24と固定電極11との間隔、についてのみ同様の変化が生じる。また、Z軸方向の力 $F_z$ が作用した場合は、図5に示すように、変位電極25と固定電極11との間隔が小さくなり、逆向きの力 $-F_z$ が作用した場合は、この間隔は大きくなる。このとき、変位電極21～24と固定電極11との間隔も、小さくあるいは大きくなるが、変位電極25に関する変化が最も顕著である。そこで、この変位電極25に関する静電容量の変化を検出することにより力 $F_z$ または $-F_z$ を検出することができる。

【0014】一般に、容量素子の静電容量Cは、電極面積をS、電極間隔をd、誘電率を $\epsilon$ とすると、 $C = \epsilon S / d$

で定まる。したがって、対向する電極間隔が接近すると静電容量Cは大きくなり、遠ざかると静電容量Cは小さくなる。本センサは、この原理を利用し、各電極間の静電容量の変化を測定し、この測定値に基づいて作用点Pに作用した外力、別言すれば作用した加速度を検出するものである。すなわち、X軸方向の加速度は変位電極21、23と固定電極11との間の容量変化に基づき、Y軸方向の加速度は変位電極22、24と固定電極11との間の容量変化に基づき、Z軸方向の加速度は変位電極25と固定電極11との間の容量変化に基づき、それぞれ検出が行われる。本発明は、このような原理に基づくセンサについて、より具体的な構造を提案するものである。

【0015】§2. 本発明に係るセンサの製造工程I  
ここでは、本発明に係るセンサの構造を示すために、その製造方法を説明することにする。ここに示す製造方法の特徴は、複数のセンサユニットを1枚の基板上に形成しておき、後にこれを各ユニットごとに切断（ダイシング）する点にある。まず、製造工程Iとして、各ユニットごとのダイシングを行うまでの工程について説明する。はじめに、主基板上に複数の単位領域を定義する。主基板は、後のダイシング工程において各単位領域ごとに別々に切り離され、それぞれが独立して変位基板として機能することになる。図6は、主基板100上に形成された複数の単位領域を示す。ハッチングを施した部分が1つの単位領域であり、各単位領域はそれぞれ正方形をしている。主基板100として半導体などのウエハを

用いる場合には、このように円盤状の基板の上に多数の単位領域を形成するのが一般的であるが、ここでは説明の便宜上、図7に示すように正方形の主基板100の上に4つの単位領域を形成する場合を例にとり、以下の説明を続けることにする。

【0016】図8は、この製造方法の各工程を示す断面図である。以下、この工程を詳述する。まず、図9に示すように主基板100を加工する。この実施例では、主基板100として単結晶シリコン基板を用いているが、ガラス基板など他の材質の基板を用いてもよい。前述のように、この主基板100は説明の便宜上、正方形をしており、4つの単位領域に分かれているので、この4つの単位領域のそれぞれについて、全く同じ加工が施される。図9の(b)は加工後の主基板100の下面図、(a)はこれを切断線a-aで切断した状態を示す側断面図である。主基板100の上面には、第1の電極層E1が所定位置に形成される。この第1の電極層E1は、図3に示す5つの変位電極21～25に相当するものであり、(図9では、このうちの3つの断面が2ユニット分示されている)、図3に示すような位置に形成される。この実施形態では、単結晶シリコン基板からなる主基板100の表面に、不純物を拡散することにより、この第1の電極層E1を形成している。このほか、主基板100上にアルミニウム層を付着させる方法により第1の電極層E1を形成してもよい。要するに、導電性をもった層を形成できる方法であればどのような方法によって第1の電極層E1を形成してもかまわない。ただ、不純物拡散層の形成や、アルミニウム層の形成による方法は、従来の半導体プレーナプロセスの技術をそのまま利用することができる点で好ましい。一方、主基板100の下面には、エッチングなどの方法によって溝101を形成し、その部分の肉厚を薄くして可撓性をもたしている。この実施形態では、溝101は図9の(b)に示すように円形をしている。この溝101の内側が作用部110、外側が固定部130、そして溝の部分が可撓部120となる。第1の電極層E1のうち、図3に示す変位電極21～24に相当するものは、ちょうどこの溝の上の可撓部120に形成されており、変位電極25に相当するものは、この溝で囲まれた作用部110に形成されている。図8の(a)は、この主基板100の加工が終了した状態を示す。

【0017】さて、続いて図10に示すような補助基板200を用意する。この補助基板200は、最終的にはその一部分が重錘体を、残りの部分が台座を、それぞれ構成するものであるから、重錘体および台座に適した材料を用いるようにする。また、主基板100に対して接合されるため、主基板100と熱膨張係数がほぼ等しい材料を用いた方が好ましい。たとえば、主基板100と同じシリコン基板や、ガラス基板を用いるのが好ましい。図10の(b)は加工後の補助基板200の上面図、

(a) はこれを切断線 a-a で切断した状態を示す側断面図である。このように、補助基板 200 の上面には、縦横に溝 201 および 202 が形成される。溝 201 は幅 L1 をもった深い溝であり、溝 202 は幅 L2 をもった浅い溝である。溝 201 は、後にこの基板をダイシングしやすくするためのものである。この溝 201 を形成する位置は、要するに、主基板 100 の作用部 110 に対応する部分 210 (図の 4 か所の部分) と、固定部 130 に対応する部分 220 (その他の部分) と、が分離されるような位置になっていけばよい。別言すれば、補助

基板 200 を主基板 100 上に重ねて接合し、溝 201 に沿って補助基板 200 のみを切断した場合に、補助基板 200 が重錘体 (部分 210) と台座 (部分 220) とに分離するようにすればよい。また、溝 202 は、切断後の重錘体の上方向への変位に関する自由度を与えるためのものである。このような補助基板 200 が用意できたら、これを図 8 の (b) に示すように、主基板 100 に接合する。この接合は、接着剤による接着でもかまわないが、確実な接合を行うために、材料どうしを直接接合できる陽極接合を用いるのが好ましい。すなわち、両者間に電圧を印加し、両者の温度を上げ、加圧しながら接合するのである。

【0018】続いて、図 8 の (c) に示すように、補助基板 200 を溝 201 に沿ってダイシングブレードで切断する。切断路 203 は、溝 201 とは逆側 (図の下方) に形成される。これにより、部分 210 (重錘体となる) と部分 220 (台座となる) とが、完全に切り離されることになる。図 10 の (b) に示すように、部分 210 (重錘体) は 4 か所に位置するが、これが図 9 の (b) に示す作用部 110 のみに接合された状態となる。また、それ以外の部分 220 (台座) は、図 9 の (b) に示す固定部 130 のみに接合された状態となる。なお、可撓部 120 は補助基板 200 から浮いた状態になっているため、いずれの部分とも接合されない。このように、補助基板 200 をダイシングすることにより、重錘体 210 と台座 220 とを同時に形成することができる。ここで、台座 220 は固定部 130 を支える台座としての機能を果たすだけでなく、重錘体 210 の横方向の変位が許容範囲を越えないように制御する制御部材としての機能も果たす。この許容範囲は、切断路 203 の幅によって決定されることになる (切断路 203 の幅よりも溝 201 の幅が小さい場合は、溝 201 の幅によって決定される)。なお、ここで行ったダイシング工程は、補助基板 200 のみに対するダイシング工程であり、主基板 100 はまだ 1 枚の状態である。

【0019】次に、図 11 に示すような制御基板 300 を用意する。この制御基板 300 は、重錘体 210 の下方向の変位を許容範囲に制御するためのものである。材質としては、補助基板 200 と同様に、シリコン基板あるいはガラス基板を用いればよい。この制御基板 300

の上面には、4 つの単位領域のそれぞれについて、全く同じ加工が施される。図 11 の (b) は加工後の制御基板 300 の上面図、(a) はこれを切断線 a-a で切断した状態を示す側断面図である。上面には、4 か所に正方形の溝 301 が形成されている。この溝 301 は、重錘体 210 の変位の下方向の自由度を制御するためのものであり、自由度は溝 301 の深さによって決定されることになる。この制御基板 300 を、図 8 の (d) に示すように、補助基板 200 に接合する。この接合にも、陽極接合を用いるのが好ましい。

【0020】次に、図 12 に示すような副基板 400 を用意する。この副基板 400 は、第 2 の電極層 E2 を支持するためのものである。材質としては、主基板 100 と同様に、シリコン基板あるいはガラス基板を用いればよい。この副基板 400 の下面には、4 つの単位領域のそれぞれについて、全く同じ加工が施される。図 12 の (b) は加工後の副基板 400 の下面図、(a) はこれを切断線 a-a で切断した状態を示す側断面図である。下面には、4 か所に正方形の溝 401 が形成されており、この溝 401 の底面に、それぞれ第 2 の電極層 E2 が形成されている。この第 2 の電極層 E2 は、図 3 に示す固定電極 11 に相当するものであり、図 3 に示すような位置、すなわち変位電極 21~25 に対向する位置に形成される。この実施形態では、単結晶シリコン基板からなる副基板 400 の表面に、エッチングなどの方法により溝 401 を形成した後、この溝 401 の底面にアルミニウム層を付着させる方法により第 2 の電極層 E2 を形成している。もちろん、第 1 の電極層 E1 と同様に不純物拡散の方法により、この第 2 の電極層 E2 を形成してもかまわない。要するに、導電性をもった層を形成できる方法であればどのような方法によって第 2 の電極層 E2 を形成してもかまわない。ただ、不純物拡散層の形成や、アルミニウム層の形成による方法は、従来の半導体プレーナプロセスの技術をそのまま利用することができる点で好ましい。溝 401 の形成や第 2 の電極層 E2 の形成は、半導体プロセスで用いられるマイクロマシーニング技術を利用することにより、きわめて高い精度で行うことができる。この副基板 400 のもう 1 つの特徴は、横幅が他の基板に比べて少し短くなっており、中央には縦に長い溝 402 が形成されている点である。これは、後述するように、ワイヤボンディングのための便宜を図るための工夫である。この副基板 400 を、図 13 の (a) に示すように、主基板 100 に接合する。この接合にも、陽極接合を用いるのが好ましい。このようにして、第 1 の電極層 E1 と第 2 の電極層 E2 とが、図の上下で対向することになる。両電極間距離は、できるだけ狭くした方が静電容量を増やし高感度の測定を行う上で好ましい。前述したマイクロマシーニング技術を利用すれば、両電極間距離を数  $\mu\text{m}$  程度にすることが可能である。

【0021】この後、図13の(b)に示すように、溝402の上方を切断路403によって切除する。更に、図13の(c)に示すように、各单位領域を切断路510に沿って切断すれば、図7に示す4つの単位領域がそれぞれ分離され、センサ中枢部500が完成する。完成したセンサ中枢部500の斜視図を図14に示す。副基板400の横幅を短くし、縦に長い溝402を形成しておいたのは、この図14に示すように、ボンディングパッド501を露出させるために他ならない。

【0022】

### §3. 本発明に係るセンサの製造工程Ⅰ

続いて、各基板をダイシングした後の工程について説明する。図14に示すようなセンサ中枢部500が得られたら、これを図15の側断面図に示すように、パッケージ600の内部に収容する。すなわち、センサ中枢部500の底部を、パッケージ600の内部に接着すればよい。パッケージ600には、実装用のリード610が取り付けられており、ボンディングパッド501とリード610の内側端とが、ボンディングワイヤ620によってボンディングされる。この後、パッケージ600に蓋630を被せて封止すれば、加速度センサが完成する。

【0023】このように、基板単位の製造工程（前述の製造工程Ⅰ）に比べて、ダイシング後の各ユニット単位の製造工程（上述した製造工程Ⅰ）は非常に簡単である。すなわち、上述した方法によれば、製造工程のほとんどを基板単位で行うことができ、大量生産に適した効率よい製造が可能になる。

### 【0024】§4. 本発明に係るセンサの特徴

図15に示すセンサでは、重錘体210が主基板100の中央部分の作用部に接合され、宙吊りの状態になっている。このセンサに加速度が作用すると、主基板100の肉薄部分である可撓部に撓みが生じるため、重錘体210は宙吊りの状態のまま変位することになる。このような変位により、第1の電極層E1と第2の電極層E2との間の距離が変化し、両電極層によって構成される容量素子の静電容量の変化として、作用した加速度を検出することができる点は、§1で述べたとおりである。

【0025】このような構造を有するセンサでは、既に§2の製造工程の各箇所で述べたように、重錘体210の変位を制御するための制御部材が用意されることになる。まず、台座220は、重錘体210の横方向の変位が許容範囲を越えないように制御する制御部材として機能する。また、主基板100の周囲部分を構成する固定部のうち、外側部分の底面には台座220が接合されている。一方、固定部のうち、内側部分の底面は、重錘体210の上方向の変位が許容範囲を越えないように制御する制御部材として機能する。更に、制御基板300は、重錘体210の下方向の変位を許容範囲に制御する制御部材として機能する。したがって、このセンサに過度の加速度が作用した場合であっても、重錘体210の

上方向、横方向、下方向の変位は、これらの各制御部材によって制限され、主基板100の可撓部に対して過度の応力が加わることはない。この実施形態では、主基板100として、単結晶シリコン基板を用いているが、過度の加速度が作用した場合であっても、上述した各制御部材の機能により、主基板100に機械的な損傷が生じることはない。

### 【0026】§5. 他の実施形態

以上、本発明を図示する一実施形態について述べたが、本発明はこの実施形態のみに限定されるものではなく、種々の態様で実施することができる。以下に、別な態様による実施形態を例示する。

【0027】(1) 上述の実施形態では、制御基板300を接合しているが、本発明の第1の基本思想は、補助基板200によって重錘体と台座とを形成し、重錘体の横方向の変位を台座によって制限することにある。したがって、制御基板300を接合する工程は必ずしも必要な工程ではない。また、重錘体210の底面を削るなどして、台座220の厚みより重錘体210の厚みを若干小さくしておき、台座220の底面を直接パッケージ600の内部底面に接合してもかまわない。重錘体210の厚みが若干小さいため、加速度が作用しない状態では、重錘体210をパッケージ600の内部底面から浮いた状態に維持できる。

【0028】(2) 上述の実施形態では、加速度センサに本発明を適用した例を説明したが、本発明は磁気センサにも同様に適用することができる。ただし、加速度センサの場合は、作用部に力を作用させる作用体が重錘体210であったのに対し、磁気センサの場合、作用体を磁性体としなければならない。したがって、補助基板200の材質としては磁性材料を用いることになる。

【0029】(3) 図10に示す補助基板200では、予め溝201を形成している。この溝201は、後の工程で補助基板200を切断する作業を容易にするためのものであり、必ずしも必要なものではない。後に補助基板200をうまく切断することができれば、溝201は不要である。

【0030】(4) 図11に示す制御基板300では、正方形の溝301を各单位領域ごとに形成したが、代わりに図17に示すような単位領域にまたがって形成された細長い溝302を有する制御基板300'を用いてもかまわない。

【0031】(5) 上述の実施形態は、図14に示すように、ボンディングパッド501と各電極層（図14には示されていない）との電気的接続は、主基板内部の拡散層によって行われている。ところが、図16に示すセンサ中枢部500'のように、基板上にアルミニウムなどからなる配線層502を形成して両者の電気的接続を行うタイプのものであれば、この配線層502のための間隙503を確保する必要がある。この場合は、図12に示



す副基板400の代わりに、図18に示すような溝404を有する副基板400'を用いるようにすればよい。

【0032】(6) 前述したように、上述の実施形態では説明の便宜上、図7に示す正方形の基板を用いて4組のセンサ中極部を製造する例を述べたが、実際には図6に示すような円盤状のウエハを用いてより多数のセンサ中極部が製造できる。もちろん、1枚の基板(ウエハ)により1組のセンサ中極部のみを製造してもかまわない。

【0033】(7) 上述の実施形態では、重錘体210の周囲の空間は空気で満たされているが、この空間にシリコンオイルなどを封入すると、衝撃や振動の吸収効果が得られ、耐衝撃性、耐振動性が向上する。

【0034】(8) 静電容量の変化を信号として取り出すには、一般に、容量素子に接続された発振回路、この発振回路の出力を増幅する増幅回路、そして増幅された信号の周波数を計数する計数回路などが必要となるが、主基板100を半導体基板で構成すれば、これらの回路を主基板100上に形成することもできる。

【0035】(9) 図2および図3に示すように、ここで述べた実施形態では、固定基板10側に1枚の固定電極11を、変位基板20側に5枚の変位電極21~25を形成しているが、逆に、固定基板10側に5枚の固定電極を、変位基板20側に1枚の変位電極を、それぞれ形成してもよい。

【0036】(10) また、上述の実施形態では、対向する電極の一方を1枚の電極層、もう一方を5枚の電極層、でそれぞれ形成している。この場合、検出回路の構成上、1枚の電極層を共通電極として用いることになる。これに対し、双方ともに5枚の電極層を形成するようにしてもかまわない。この場合、5組の完全に独立した容量素子が構成されることになり、より自由度をもった検出処理が可能になる。

【0037】(11) 上述の実施形態では、図3に示すような形態で5枚の変位電極21~25を配し、三次元方向の加速度を検出しているが、変位電極25を用いずにZ軸方向の加速度成分の検出も可能である。すなわち、変位電極21~24の4枚だけを用いて三次元方向の加速度検出を行うこともできる(詳細は、特開平4-148833号公報参照)。しかしながら、他軸成分の干渉を抑制した精度良い測定を行う場合には、図3に示すような5枚の電極配置が理想的である。別言すれば、Z軸方向成分の検出を、中央に配した電極25で行い、X軸あるいはY軸方向成分の検出を、その周囲に配した電極21~24で行うのが好ましい。X軸あるいはY軸方向成分の力が作用した場合、電極25の変位に比べて電極21~24の変位が顕著であることが図4から理解できよう(電極25は中央に配置されているため、全体としてみれば変位していないと考えることができる)。したがって、X軸あるいはY軸方向成分の検出には、電極2

1~24を用いるのが適当である。また、Z軸方向成分の力が作用した場合、電極21~24の変位に比べて電極25の変位が顕著であることが図5から理解できよう。したがって、Z軸方向成分の検出には、電極25を用いるのが適当である。

【0038】

【発明の効果】以上のとおり本発明によれば、静電容量の変化を利用したセンサにおいて、宙吊り状態の作用体の周囲に制御部材を設けるようにしたため、過度の外力が作用した場合にも損傷を受けにくい静電容量の変化を利用したセンサを提供することができる。また、1枚の基板を切断することにより作用体と台座とを形成するようにしたため、このようなセンサを効率良く大量生産することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の適用対象となる加速度センサの基本構造を示す側断面図である。

【図2】図1に示すセンサの固定基板10の下面図である。図2の固定基板10をX軸に沿って切断した断面が図1に示されている。

【図3】図1に示すセンサの可撓基板20の上面図である。図3の可撓基板20をX軸に沿って切断した断面が図1に示されている。

【図4】図1に示すセンサの作用点PにX軸方向の力 $F_x$ が作用したときの、センサの撓み状態を示す側断面図である。

【図5】図1に示すセンサの作用点PにZ軸方向の力 $F_z$ が作用したときの、センサの撓み状態を示す側断面図である。

【図6】本発明の具体的な実施形態に係るセンサを製造するために、基板に単位領域を定義した状態を示す図である。

【図7】説明の便宜上、より単純な単位領域を定義した状態を示す図である。

【図8】本発明の一実施形態に係る加速度センサ中極部の製造方法の前段階を示す工程図である。

【図9】図8に示す方法に用いる主基板の側断面および下面を示す図である。

【図10】図8に示す方法に用いる補助基板の側断面図および下面を示す図である。

【図11】図8に示す方法に用いる制御基板の側断面図および下面を示す図である。

【図12】図8に示す方法に用いる副基板の側断面図および下面を示す図である。

【図13】本発明の一実施形態に係る加速度センサ中極部の製造方法の後段階を示す工程図である。

【図14】図13に示す方法で製造された加速度センサ中極部を示す斜視図である。

【図15】図14に示す加速度センサ中極部をパッケージに収容した状態を示す側断面図である。

【図16】本発明の別な実施形態に係る加速度センサ中  
枢部を示す斜視図である。

【図17】本発明の別な実施形態に係るセンサに用いる  
制御基板の側断面図および上面を示す図である。

【図18】本発明の別な実施形態に係るセンサに用いる  
副基板の側断面図および下面を示す図である。

【符号の説明】

10…固定基板  
11…固定電極  
20…可撓基板  
21～25…変位電極  
30…作用体  
100…主基板  
101…溝  
110…作用部  
120…可撓部  
130…固定部  
200…補助基板  
201, 202…溝  
203…切断路

210…重錘体  
220…台座  
300, 300'…制御基板  
301, 302…溝  
400, 400'…副基板  
401, 402…溝  
403…切断路  
404…溝  
500, 500'…センサ中枢部  
10 501…ボンディングパッド  
502…配線層  
503…配線層用間隙  
510…切断路  
600…パッケージ  
610…リード  
620…ボンディングワイヤ  
630…蓋  
E1…第1の電極層  
E2…第2の電極層

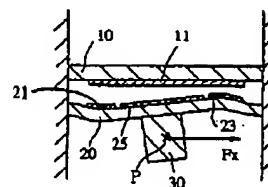
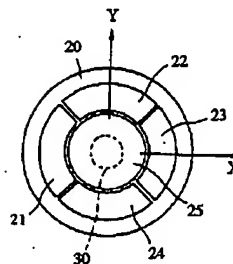
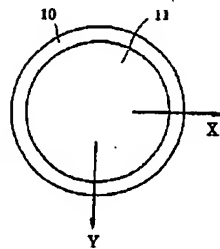
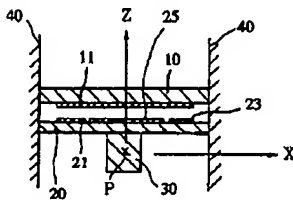
20

【図1】

【図2】

【図3】

【図4】

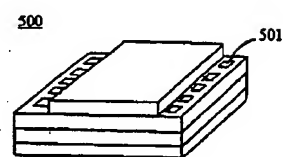
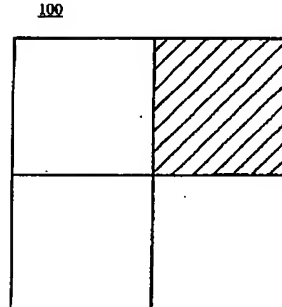
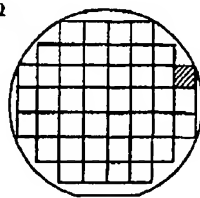
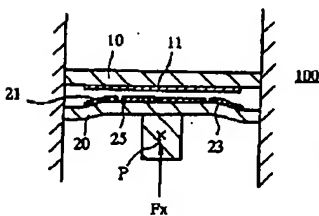


【図5】

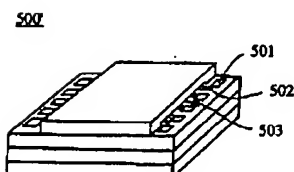
【図6】

【図7】

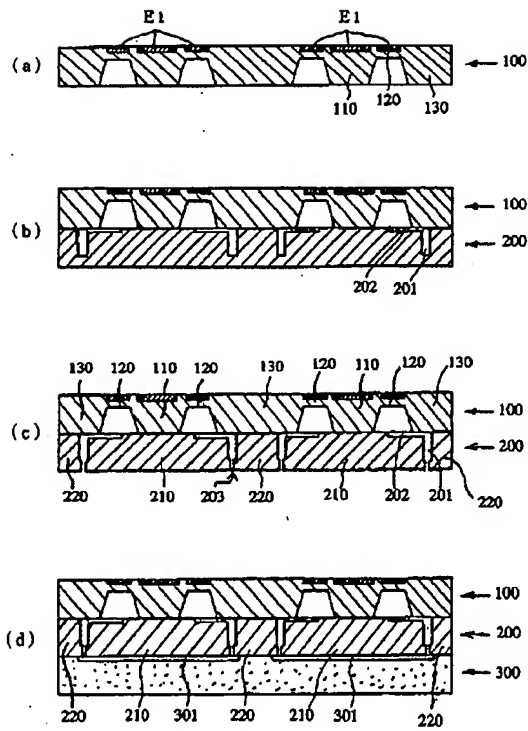
【図14】



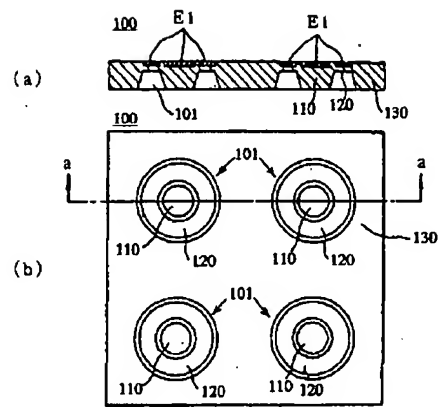
【図16】



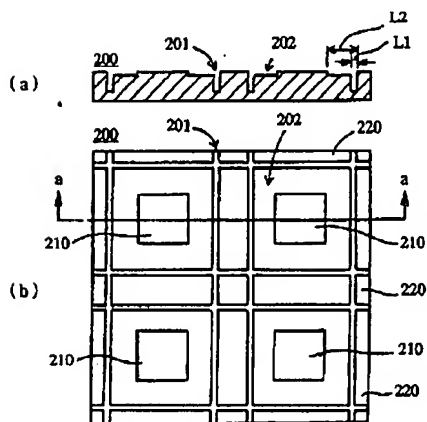
【図8】



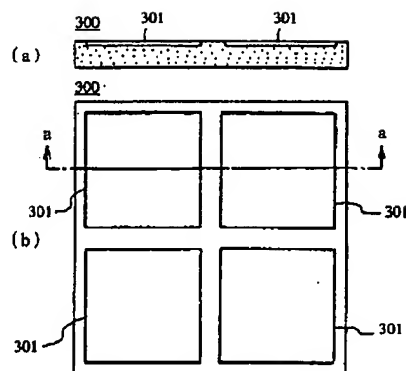
【図9】



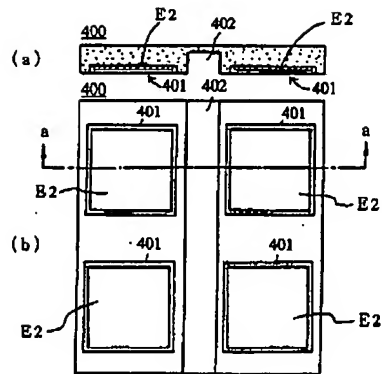
【図10】



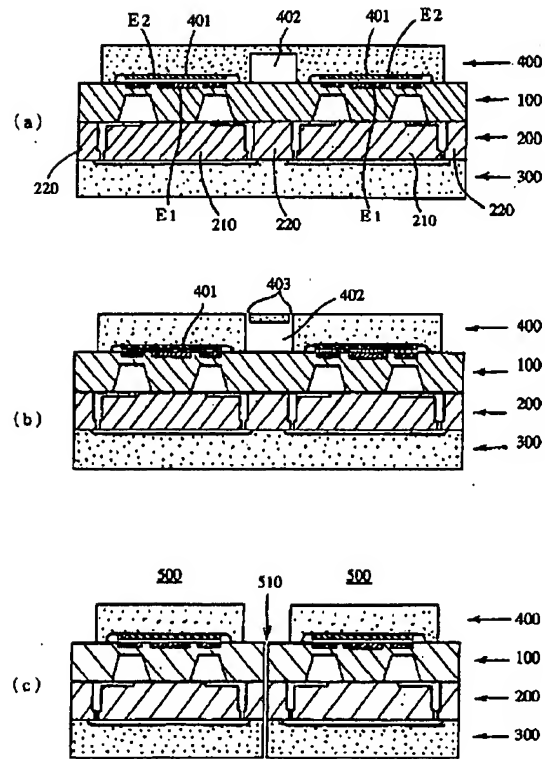
【図11】



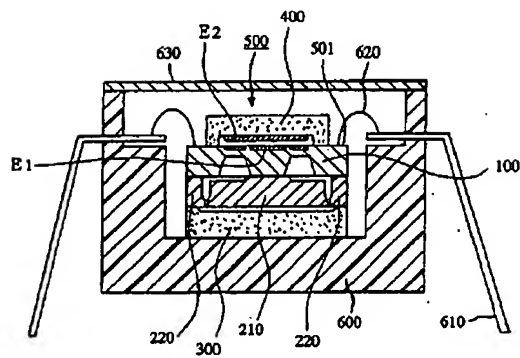
【図12】



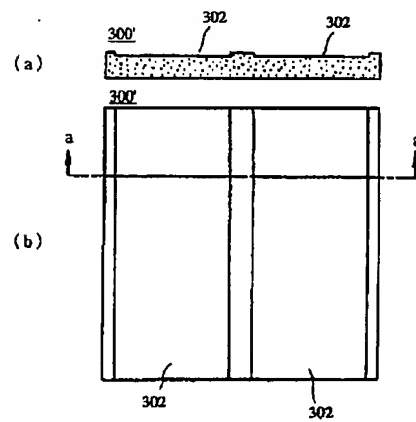
【図13】



【図15】



【図17】



【図18】

